

УДК 625.848

Бак. И. Ф. Герц
Рук. А. Ю. Шаров
УГЛТУ, Екатеринбург

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УСТРОЙСТВА ШВОВ СЖАТИЯ И РАСТЯЖЕНИЯ В ЖЕСТКИХ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖДАХ

Строительство дорог общего пользования с цементобетонным покрытием является общемировой тенденцией. В частности, в Европе доля скоростных дорог с цементобетонным покрытием достигает 30–40 %, в Соединенных штатах Америки (США), дороги с цементобетонным покрытием строятся с XIX века [1]. Ставка на цементобетонное покрытие объясняется тем, что затраты за 30 лет эксплуатации будут дешевле на 30 – 40 %, по сравнению с асфальтобетоном, несмотря на то, что изначально строительство дороги с цементобетонным покрытием может обойтись на 30 % дороже [2].

При строительстве цементобетонной дороги большое значение следует уделять устройству швов сжатия и растяжения. Комплексно оценивая мировой рынок всего необходимого оборудования для строительства цементобетонных дорог, следует сделать вывод, что мировым лидером по производству оборудования и технологий является США. Это объясняется длительной практикой и большим опытом применения цементобетонных покрытий. А также финансовые средства, которые в значительных размерах направляются в различные области изучения бетона.

В США применяются три типа дорожных одежд с цементобетонным покрытием [1]:

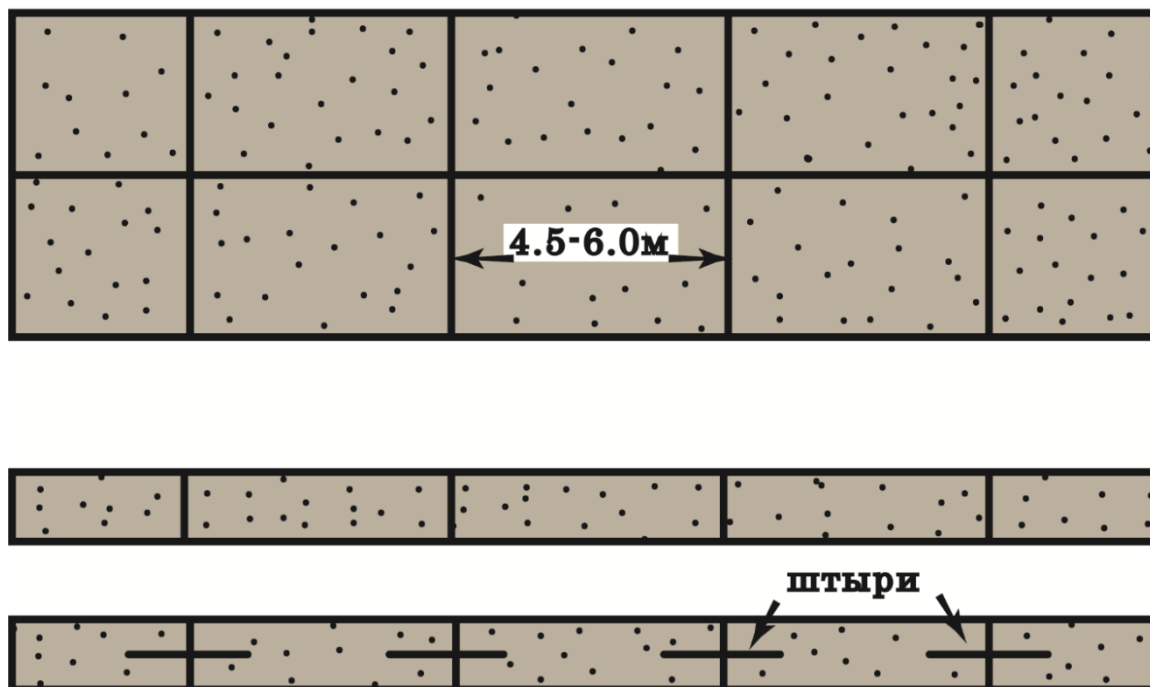
- простые со швами (Joined plain concrete pavement) – JPCP;
- армированные со швами (Joined reinforced concrete pavement) – JRCP;
- непрерывно армированные (Continuously reinforced concrete pavement) – CRCP.

Несмотря на использование всех трёх типов жёстких покрытий, наиболее распространён простой тип со швами (JPCP). Такой тип имеет поперечные швы сжатия примерно 4...6 м, без арматурной сетки в плите. Расстояние поперечных швов зависит от толщины плиты.

Деформационные швы очень сильно влияют на работу жёсткой дорожной одежды. К примеру, представим, что мы уложили цементобетонное покрытие в виде бесшовной ленты. Летом бетон твердел при суточной температуре 15 °С. Наступила зима, температура понизилась до минус 20 °С. При такой температуре в бесшовном покрытии возникнут продольные температурные напряжения. Это чревато образованием хаотичных трещин и последующим разрушением покрытия.

Для предотвращения разрушения покрытия устраивают швы сжатия, так как при охлаждении материал стремится сжаться (рисунок).

ЖСР



Тип конструкций жестких дорожных одежд: простые, со швами

Швы сжатия искусственно создают в затвердевшем бетоне глубиной $1/4 \dots 1/3$ от толщины плиты, тем самым покрытие расчленяют на отдельные плиты (рисунок). Считается, что расстояние между швами сжатия должно быть примерно равным 20-кратной толщине цементобетонного покрытия. В США это расстояние составляет 3,5...5 м. Верхнюю часть обмазывают мастикой для предотвращения попадания воды. Так же, как говорилось ранее, могут устраивать гладкие штыри, которые обмазывают веществом, создающим плёнку для возможности продольного перемещения плит. Существуют эмпирические правила назначения между швами сжатия, например, при толщине плиты 22 см расстояние между швами должно быть не больше 5,3 м на щебёночном основании и не больше 4,6 м на основании из тощего (чернового) бетона.

Если швы сжатия выполняют основную функцию в зимний период, то в летний период года цементобетонное полотно также испытывает температурные нагрузки. С этой целью устраивают поперечные швы расширения (expansion joints). Монтаж швов расширения – очень трудоёмкий процесс, требующий высокой точности исполнения. Шов делают на всю толщину покрытия. Ширина шва не менее 20 мм. Заполняют шов упругим деформируемым материалом, поверхность шва тщательно герметизируют, как и швы сжатия. В шов расширения устанавливают штыри, на один

конец устанавливают гильзу-колпачок для беспрепятственного перемещения плит при температурных деформациях. Главной целью заполнения шва расширения является предотвращение засорения мелкими твёрдыми частицами, что повлечёт за собой, при повышении температуры, невозможность закрытия швов с последующим образованием треугольного «трамплина».

Постепенно пришли к выводу, что достаточно применять один тип – шов сжатия с шириной, достаточной для погашения деформации расширения каждой плиты. Такой шов может выполнять функции как сжатия, так и растяжения. Оказывается, что при повторяющемся понижении и повышении температуры спустя некоторое время швы расширения чрезмерно закрываются, а швы сжатия чрезмерно расширяются, что заметно ухудшает передачу нагрузки плиты на соседнюю. Также повреждается герметизация. Так отказались от швов расширения. Сейчас швы расширения применяют только на мостовых переходах, в местах примыканий бетона к оголовкам труб и фундаментам сооружений.

Расстояние между швами может оказывать существенное влияние на нагрузку, приложенное от автомобиля на покрытие. Заметили это несколько лет назад, когда между деформационными швами было стандартное расстояние 4,6 м. Всё происходит из-за подвески автомобиля. При проезде по таким покрытиям, особенно имеющим уступы, возбуждаются вертикальные гармонические колебания движущегося автомобиля, которые входят в резонанс с его собственными. Единственным выходом, чтобы сбить ритм, послужил отказ от одинакового расстояния. Такое решение применили в Калифорнии. Было решено задавать переменное расстояние, равное 3,7 , 4,6 , 4,0 и 4,3, это привело к успеху [1].

В заключении, анализируя опыт строительства автомобильных дорог с цементобетонным покрытием, можно сделать вывод, что в России тема строительства дорог с цементобетонным покрытием будет актуальна на протяжении многих лет. Как показывает опыт эксплуатации дорог с цементобетонным покрытием, они являются более надёжными, долговечными и, соответственно, более эффективными по сравнению с дорогами с асфальтобетонным покрытием.

Доля грузовых перевозок в России и нагрузка на покрытие с каждым годом возрастают. Только в 2019 году автомобильным транспортом было перевезено 69,2 % всех грузов [2], поэтому необходимо рассматривать возможность строительства дорог с цементобетонным покрытием федерального значения при активном использовании опыта других стран.

Библиографический список

1. Радовский Б. С. Цементобетонные покрытия в США – конструкции // Автомобильные дороги. – 2015. – № 2. – С. 48–60.

2. Бюллетень о текущих тенденциях российской экономики // Грузовые перевозки в России: обзор текущей статистики. – 2019. – № 53. – С. 6.

УДК 625.089.11

Бак. Ю. О. Емельянова
Рук. С. А. Чудинов
УГЛТУ, Екатеринбург

МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ КОЛЕЙНОСТИ И ИЗНОСА ПОКРЫТИЯ ШИПОВАННЫМИ ШИНАМИ

С ростом интенсивности движения на автомобильных дорогах (преимущественно 1-й и 2-й категорий) прямо пропорционально растет износ верхних слоев покрытия, особенно в зимний период эксплуатации. Связано это с тем, что во многих заснеженных регионах РФ около 90 % автомобилистов используют на своих легковых транспортных средствах шипованные шины, так как они обладают высокой эффективностью при торможении в условиях гололеда. Платой за эту дополнительную безопасность является повышенный износ дорожных покрытий (достигающий на асфальтобетоне в летний период до 5 мм, а в зимний – от 10 мм и более), который приводит к необходимости более частых дорожных работ по восстановлению поперечной ровности покрытий и увеличивает риск возникновения ДТП.

Подобные опытно-экспериментальные и социально-экономические исследования выгод и ущербов от применения шипованных шин проводились ранее в Финляндии, Швеции и Норвегии, где климатические условия близки к российским (рис. 1, 2) [1].

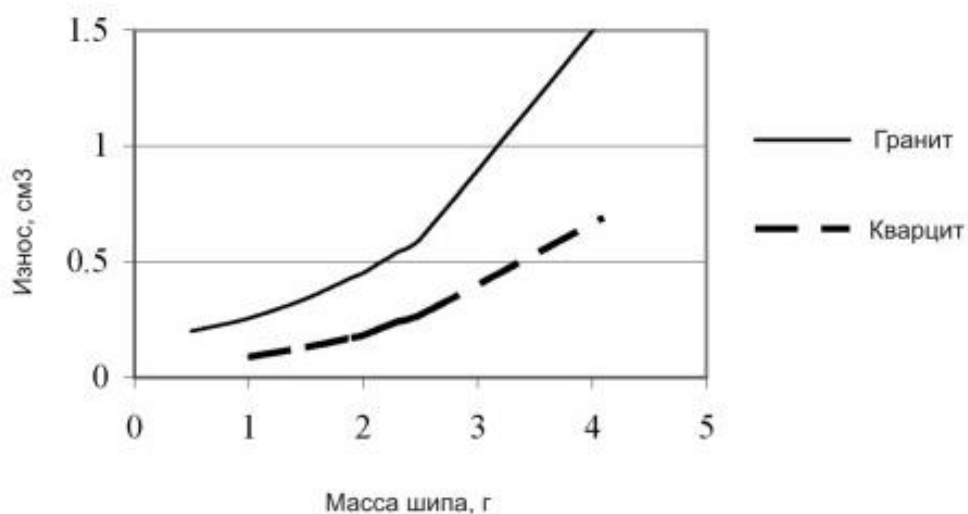


Рис. 1. График влияния на износ асфальтобетонного покрытия колесами с шипами различной массы при скорости 100 км/ч